

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra obrábění a montáže

**Vliv nové technologie zaoblení řezné hrany VBD
na její trvanlivost**

**Influence of New Technologies Rounding Cutting Edge Inserts
its Durability**

Student:

Bc. Monika Niederlová

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Vladimír Vrba, CSc.

Ostrava 2014

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra obrábění a montáže

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Monika Niederlová**

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství

Studijní obor: 2303T002 Strojírenská technologie

Specializace: 20 Strojírenská technologie

Téma: **Vliv nové technologie zaoblení řezné hrany VBD na její trvanlivost**
Influence of New Technologies Rounding Cutting Edge Inserts its Durability

Zásady pro vypracování:

1. Obecná charakteristika daného problému.
2. Úpravy VBD při jejich výrobě.
3. Návrh podmínek experimentů.
4. Výsledky experimentálních prací.
5. Technicko-ekonomické zhodnocení.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] NESLUŠAN, M.; TUREK, S.; BRYCHTA, J.; ČEP, R.; TABAČEK, M. *Experimentálne metódy v trieskovom obrábání*. 1. vyd. Žilina : Žilinská univerzita v Žiline, EDIS, 2007. 343 s. ISBN 978-80-8070-711-8.
- [2] BRYCHTA, J.; ČEP, R.; SADÍLEK, M.; PETŘKOVSKÁ, L.; NOVÁKOVÁ, J. *Nové směry v progresivním obrábění*. Ostrava : Ediční středisko VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2007. Dostupné na <http://www.elearn.vsb.cz/archivcd/FS/NSPO>. ISBN 978-80-248-1505-3.
- [3] HUMÁR, Anton. *Materiály pro řezné nástroje*. Brno : MM Publishing Praha, 2008, 235 s. ISBN 978-80-254-2250-2.
- [4] MRKVICA, M. *Přípravky a obráběcí nástroje: I. díl, Řezné nástroje*. Ostrava : Ediční středisko VŠB-Technická univerzita Ostrava. 2006. ISBN 80-7078-941-7.

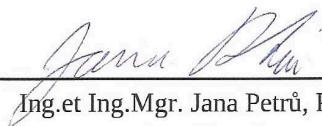
Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

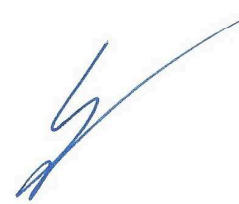
Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Vladimír Vrba, CSc.**

Datum zadání: 13.12.2013

Datum odevzdání: 19.05.2014




Ing. et Ing. Mgr. Jana Petrů, Ph.D.
vedoucí katedry


doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 19.05.2014

.....Bc. Monika Nisodrová.....
podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byla seznámena s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 19.05.2014

.....Bc. Monika Niederlová.....
podpis

Jméno a příjmení autora práce: Bc. Monika Niederlová

Adresa trvalého pobytu autora práce: Libina 664

78805 Libina

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

NIEDERLOVÁ, M. *Vliv nové technologie zaoblení řezné hrany VBD na její trvanlivost : diplomová práce*. Ostrava : VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra obrábění a montáže, 2014, 74 s. Vedoucí práce: Vrba, V.

Diplomová práce se zabývá vlivem nové technologie zaoblení řezné hrany VBD na její trvanlivost. Byla realizována ve společnosti Pramet Tools, s.r.o. Šumperk. Řeší výrobu vyměnitelných břitových destiček, které dodává do více než 50 zemí světa a působí na 4 kontinentech. V úvodu je popsána obecná charakteristika a úpravy VBD při jejich výrobě. Další kapitola je věnována návrhu podmínek experimentu při procesu leštění. Dále se práce věnuje experimentální části, ve které je uveden postup spolu s naměřenými hodnotami. Závěrem práce je technicko-ekonomické zhodnocení a zjištění zdali bylo dosaženo požadované zvýšení trvanlivosti novou technologií zaoblení řezné hrany VBD.

ANNOTATION OF MASTER THESIS

NIEDERLOVÁ, M. *Influence of New Technologies Rounding Cutting Edge Inserts its Durability : Master Thesis*. Ostrava : VŠB - Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Machining and Assembly, 2014, 74 p. Thesis head: Vrba, V.

This master thesis deals with influence of new technologies rounding cutting edge inserts its durability. It was implemented in the company Pramet Tools, s.r.o. Šumperk. It is concerned with production of inserts, supplied to the more than 50 countries World and acts on 4 continents. The introduction describes general characteristics and adjustments edge inserts in their manufacture. Another chapter is devoted to the draft conditions Experiment in the process of Polishing. It also thesis discusses the experimental part in which the above procedure along with the measured values. In the conclusion, there is the technical-economic evaluation and the findings was achieved if the required increase in durability new technologies rounding cutting edge inserts.

Obsah

| | |
|--|---------------------------------------|
| Seznam použitých značek a symbolů | 8 |
| Úvod | 9 |
| 1. Obecná charakteristika daného problému | 11 |
| 1.1 Firma Pramet Tools, s.r.o., Šumperk | 11 |
| 2. Úpravy VBD při jejich výrobě..... | 14 |
| 2.1 Slinuté karbidy | 14 |
| 2.2 Úpravy VBD využívané v dnešní době v Pramet Tools, s.r.o. | Chyba! Zložka není definována. |
| 2.2.1 Suché pískování | Chyba! Zložka není definována. |
| 2.2.2 Mokrý pískování | Chyba! Zložka není definována. |
| 2.2.3 Kartáčování | Chyba! Zložka není definována. |
| 2.2.4 Vliv nové technologie zaoblení řezné hrany VBD | Chyba! Zložka není definována. |
| 2.3 Povlakování | 22 |
| 2.3.1 Povlakované slinuté karbidy | 22 |
| 2.3.2 Metody povlakování SK | 22 |
| 3. Návrh podmínek experimentu | Chyba! Zložka není definována. |
| 3.1 Návrh technologie výroby | Chyba! Zložka není definována. |
| 3.2 Návrh prováděných zkoušek a metodiky zkoušení | Chyba! Zložka není definována. |
| 3.3 Zkouška měření drsnosti povrchu VBD | Chyba! Zložka není definována. |
| 3.3.1 Použitý přístroj pro měření drsnosti povrchu VBD | Chyba! Zložka není definována. |
| 3.4 Zkouška měření zaoblení řezné hrany VBD... | Chyba! Zložka není definována. |
| 3.4.1 Použitý přístroj pro měření zaoblení řezné hrany VBD | Chyba! Zložka není definována. |
| 3.5 Použité nástroje a stroje při frézování..... | Chyba! Zložka není definována. |
| 3.5.1 Nástrčná fréza Pramet Tools, s.r.o. typ 66A05R-SCMORD16..... | Chyba! Zložka není definována. |
| 3.5.2 Nástroj stopkové kopírovací frézy | Chyba! Zložka není definována. |

| | | |
|-------|---|--|
| 3.5.3 | Vertikální obráběcí centrum MAS MCV 1270 Power | Chyba! Záložka není definována. |
| 3.6 | Návrh metodiky zkoušení | Chyba! Záložka není definována. |
| 3.6.1 | Zkušební vzorek a jeho specifikace | Chyba! Záložka není definována. |
| 3.7 | Experiment – provedení zkoušky | Chyba! Záložka není definována. |
| 4. | Výsledky experimentálních prací | Chyba! Záložka není definována. |
| 4.1 | Výsledky měření drsnosti povrchu | Chyba! Záložka není definována. |
| 4.1.1 | Vliv původní technologie zaoblení řezné hrany VBD na její drsnost | Chyba! Záložka není definována. |
| 4.1.2 | Vliv nové technologie zaoblení řezné hrany VBD na její drsnost..... | Chyba! Záložka není definována. |
| 4.2 | Výsledky měření zaoblení řezné hrany VBD . | Chyba! Záložka není definována. |
| 4.2.1 | Vliv původní technologie zaoblení řezné hrany VBD | Chyba! Záložka není definována. |
| 4.2.2 | Vliv nové technologie zaoblení řezné hrany VBD | Chyba! Záložka není definována. |
| 4.3 | Experiment ve společnosti Pramet Tools, s.r.o. | Chyba! Záložka není definována. |
| 4.4 | Experiment ve společnosti Kuka Enco Werkzeugbau, s.r.o. | Chyba! Záložka není definována. |
| 4.5 | Experiment ve společnosti Škoda Auto a.s..... | Chyba! Záložka není definována. |
| 4.6 | Experiment ve společnosti Tecforja | Chyba! Záložka není definována. |
| 4.7 | Experiment ve společnosti Powertec Tools | Chyba! Záložka není definována. |
| 4.8 | Experiment ve společnosti Farmet a.s. | Chyba! Záložka není definována. |
| 5. | Technicko-ekonomické zhodnocení | Chyba! Záložka není definována. |
| 6. | Závěr | Chyba! Záložka není definována. |
| | Seznam použitých pramenů | 70 |

Seznam použitých značek a symbolů

| | |
|---------------|--|
| CNC | Computer Numeric Control – číslicové řízení počítačem, nejčastěji u obráběcích strojů [-] |
| HB | tvrdost podle Brinella [-] |
| HRC | tvrdost podle Rockwella [-] |
| PVD | Physical Vapour Deposition – metoda povlakování slinutých karbidů fyzikálním napařováním [-] |
| RDHX | značení VBD (ISO) [-] |
| SK | slinutý karbid [-] |
| VB | opotřebení hřbetu [mm] |
| VBD | vyměnitelná břitová destička [-] |
| D_{ef} | efektivní průměr [mm] |
| Ra | střední aritmetická úchylka profilu [μm] |
| $R_{eH\ min}$ | minimální mez kluzu [MPa] |
| $R_{m\ max}$ | maximální mez pevnosti [MPa] |
| $R_{m\ min}$ | minimální mez pevnosti [MPa] |
| Rz | největší výška profilu [μm] |
| a_e | radiální hloubka řezu [mm] |
| a_p | hloubka řezu (axiální) [mm] |
| $a_{p\ max}$ | maximální hloubka řezu [mm] |
| f_{\min} | minutový posuv (rychlost posuvu) [$mm.min^{-1}$] |
| f_{ot} | posuv na otáčku [$mm.ot^{-1}$] |
| f_z | posuv na zub [mm] |
| n | počet otáček [$ot.min^{-1}$] |
| v_c | řezná rychlost [$m.min^{-1}$] |
| z | počet zubů [ks] |
| γ_f | úhel čela v rovině boční [°] |
| γ_p | úhel čela v rovině zadní [°] |

Úvod

Strojírenství patří k odvětví, které má v České republice dobrou a dlouhou tradici. V době mezi světovými válkami Československo patřilo mezi deset nejvýznamnějších strojírenských zemí světa. Po druhé světové válce byl prudký rozvoj ovlivněn jak mezinárodní, tak vnitrostátní situací. Nejnáročnějším průmyslovým odvětvím, bylo strojírenství. Vyznačovalo se velkou pestrostí výrobků a širokým spektrem oborů. [1], [2]

V České republice patří strojírenský průmysl k odvětvím s největší tradicí v národním hospodářství. Dokazuje to i fakt, že jsou strojírenské závody rozmístěny po celém území státu a zaměstnává v průmyslu největší počet zaměstnanců. K nejvíce prosperujícím odvětvím strojírenství patří výroba elektroniky a dopravních prostředků. [3]

Toto odvětví je dnes zastoupeno ve všech částech republiky a vyznačuje se nejrovnoměrnějším rozmístěním. Kromě strojírenských velkých závodů existuje značný počet drobných závodů a drobných provozoven. Na strojírenství jsou navázány vývojové, výzkumné a vzdělávací instituce, jakož i řada dalších služeb. [1], [4]

Obrábění je dynamicky se rozvíjející technologií. Jednak se tato technologie celosvětově neustále mění, současně se strategií vývoje materiálů pak dochází na druhé straně ke změnám vyvolaným dalším vývojem v oblasti řezných nástrojů. Ve velké míře je konkurenceschopnost podniků založena na možnosti neustálého zlepšování výroby pomocí nových technologií. Tato skutečnost urychluje snahu výrobců nástrojů směrem k lepším řezným materiálům, metodám upínání a v oblasti řezných nástrojů, dát tak možnost nabídnout průmyslu hospodárnější výrobní alternativy. [5]

Následkem logických aktivit vznikají otázky, které se vztahují k oblasti vývoje průmyslu dalšího zpracování. [5]

První otázkou by bylo:

„Jaká je současná situace ve výrobě?“ [5]

Z toho plyne:

- *Stanovení cílů, určení, naplánování a realizace přehledu operací obrábění.*
- *Analýza a sestavení plánu akcí.*
- *Zavádění lepších metod a nástrojů.*
- *Standardizace nástrojů a další vzdělávání pracovníků.*
- *Zajištění poskytnutí odpovídající podpory ze strany dodavatele.*
- *Poskytnutí záruky, že zdokonalení technologie obrábění bude co nejrychleji zavedeno do praxe. [5]*

Pro výrobu v oblasti obrábění jsou tyto příklady postupu plně funkční. Běžným způsobem tak lze dosáhnout vyšší kvalitu, výkon, produktivitu, zlepšení hospodárnosti, motivaci, spolehlivost, manipulaci, údržbu, kontrolu a jako konečný výsledek vyšší rentabilitu. [5]

Velice významným podnikem je společnost Pramet Tools, s.r.o.. Společnost jako jediná v České republice vyrábí velice kvalitní vyměnitelné břitové destičky.

Obrábění je jednou z nejnáročnějších technologických operací. Společnost Pramet Tools, s.r.o. se zabývá výrobou nástrojů pro třískové obrábění kovů, nabízí širokou platformu nástrojů pro všechny druhy obrábění. Ročně uvádí na trh stovky nových nástrojů pro soustružení, frézování a vrtání. Může se pochlubit výkonnými a spolehlivými nástroji pro všeobecné i těžké frézování, rovněž díky vyměnitelným břitovým destičkám vyráběným z kvalitního substrátu se špičkovými povlaky.

Vyměnitelné břitové destičky zde prochází celým výrobním procesem, tedy od lisování substrátu, přes slinování, broušení, zaoblení řezné hrany, leštění, povlakování, značení až k samotnému balení a expedici.

Pramet Tools, s.r.o. prodává své produkty do více než 50 zemí světa a působí na čtyřech kontinentech.

1. Obecná charakteristika daného problému

Diplomová práce vychází z potřeby společnosti Pramet Tools, s.r.o. a zabývá se vlivem nové technologie zaoblení řezné hrany VBD na její trvanlivost. Vyměnitelné břitové destičky zde prochází celým výrobním procesem, tedy od lisování substrátu, přes slinování, broušení, zaoblení řezné hrany, leštění a povlakování.

V diplomové práci se budeme věnovat zaoblení řezné hrany vyměnitelných břitových destiček RDHX 1604MOT; materiál 7010 a RDHX 12T3MOT; materiál 7010 technologií - leštěním. Společnost Pramet Tools, s.r.o. pro experiment poslala vyměnitelné břitové destičky vyrobené novou technologií pěti zákazníkům, aby provedli zkoušky, ze kterých vyhodnotíme trvanlivost vyměnitelných břitových destiček. Destičky byly poslány do firem v České republice na Slovensko ale také až do Brazílie.

Dále ve společnosti Pramet Tools, s.r.o. provedeme experiment, kde vyzkoušíme která ze dvou výrobních technologií má vyšší trvanlivost vyměnitelných břitových destiček RDHX 1604MOT; materiál 7010. Jestli má lepší trvanlivost destička upravená původní nebo novou technologií zaoblení řezné hrany.

1.1 Firma Pramet Tools, s.r.o., Šumperk

Výroba slinutých karbidů ve společnosti Pramet Tools, s.r.o. se sídlem v Šumperku na ulici Uničovská 2 vychází z tradice výroby slinutého karbidu v Československu od 30. let minulého století. Výroba dílů ze slinutého karbidu a řezných nástrojů osazených slinutým karbidem byla v Šumperku zahájena v roce 1951. [6], [7]

Tradice a zkušenost potvrzená více než 60-ti letou praxí, stejně jako kontinuální výzkum i vývoj a reprodukovatelná kvalita materiálů, umožnily firmě Pramet Tools, získávat stále výraznější uplatnění na náročných exportních trzích a také udržet si významnou pozici ve výrobě slinutého karbidu na tuzemském teritoriu. [6], [7]

Nová etapa společnosti Pramet Tools, začala od roku 1999, kdy došlo k propojení s finančně silným partnerem. Proběhla optimalizace informačních systémů, rozšířily se vývojové a výzkumné aktivity, proběhla kompletní modernizace výroby vyměnitelných břitových destiček a další reorganizační změny. Došlo k posílení oddělení logistiky,

poradenství zákazníkům a obchodně-technického servisu. Síť obchodních poboček se postupně rozšiřuje. Pramet Tools, s.r.o. prodává své produkty do více než 50 zemí světa a působí na čtyřech kontinentech. [6], [7]

Společnost se zabývá výrobou nástrojů pro třískové obrábění kovů, nabízí širokou platformu nástrojů pro všechny druhy obrábění. Ročně uvádí na trh stovky nových nástrojů pro soustružení, frézování a vrtání. Může se pochlubit výkonnými a spolehlivými nástroji pro všeobecné i těžké frézování, rovněž díky vyměnitelným břitovým destičkám vyráběným z kvalitního substrátu se špičkovými povlaky, které neustále inovují, aby vyhověli zákazníkovi. [8]

Firma v současné době zaměstnává více než 625 zaměstnanců. Velkou pozornost věnuje ochraně zdraví při práci, zlepšování pracovního prostředí, vybavení pracovišť, bezpečnost práce a ochraně životního prostředí. [8]

Společnost se rozvíjí dynamicky, nabízí pracovní příležitosti pro každého. Najdou zde uplatnění jak kvalifikovaní odborníci zejména z oblasti strojírenství, tak i absolventi bez praxe. Prioritou vedení společnosti je spokojenost zaměstnanců a jejich profesní růst. Proto společnost nabízí svým zaměstnancům například studium anglického jazyka, možnost navštěvovat vzdělávací kurzy a rozvíjet své dovednosti a odborné znalosti. Společnost zaměstnancům pomáhá a povzbuzuje je, aby si kladli vyšší cíle a aby rozvíjeli svůj talent a schopnosti. [8]



Obr.1 Hlavní budova firmy Pramet Tools, s.r.o.

Sortiment firmy:

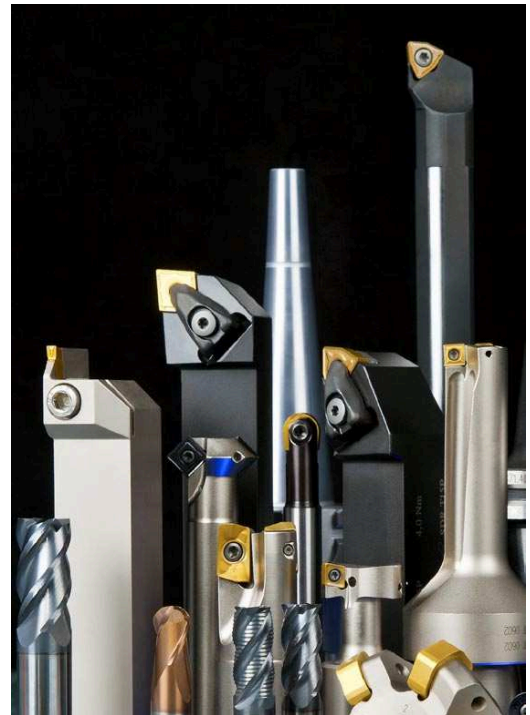
Vyměnitelné břitové destičky

- pro frézování
- pro soustružení
- pro speciální operace
- pro vyvrtávání
- pro vrtání [6]

Nástroje pro soustružení

s vyměnitelnými břitovými destičkami

- speciální nástroje
- vnitřní a vnější
- kopírování
- závitování
- upichování a zapichování [7]



Obr.2 Sortiment firmy [6]

Nástroje pro frézování

s vyměnitelnými břitovými destičkami

- kopírovací frézy
- stopkové frézy
- válcové frézy
- monolitní frézy
- speciální frézy
- kotoučové frézy
- rovinné frézy
- frézy do rohu [6]

Nástroje pro vrtání

- vrtáky s vyměnitelnými břitovými destičkami
- monolitní vrtáky [7]



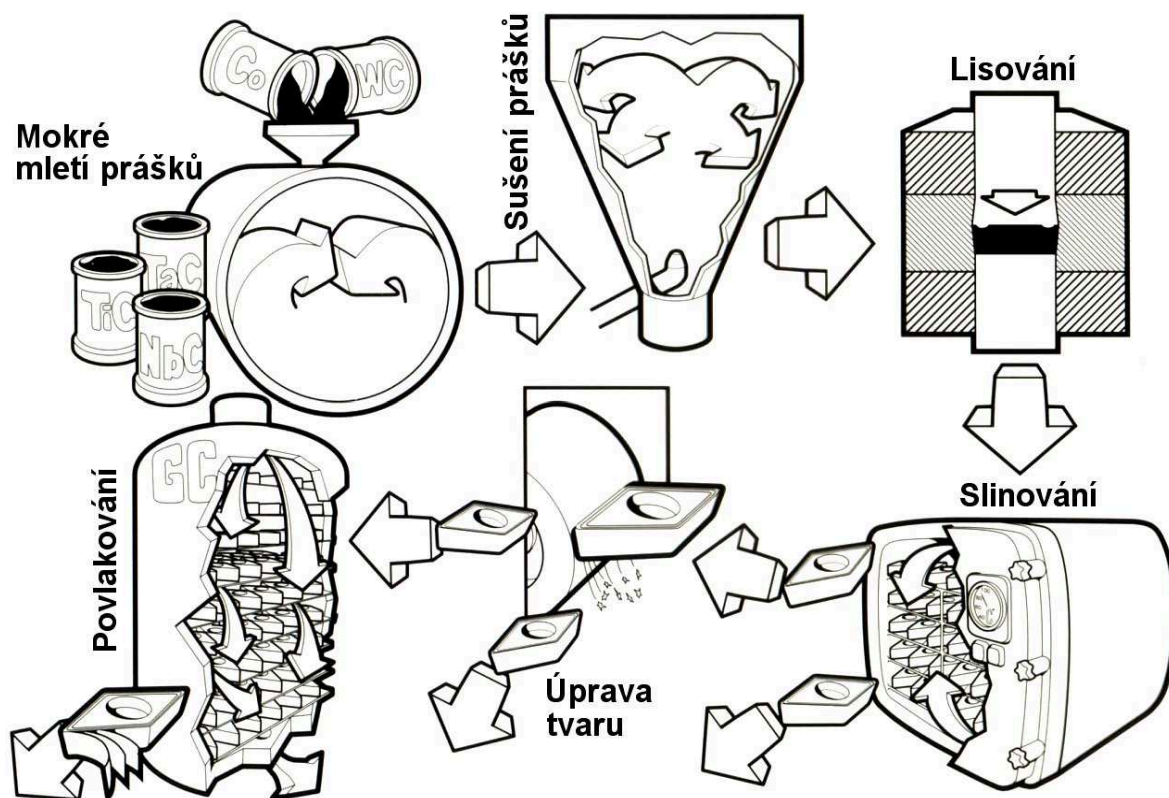
Obr.3 Sortiment firmy [7]

2. Úpravy VBD při jejich výrobě

Rozvoj technologie obrábění, ekonomickou a technickou úroveň obráběcích nástrojů do značné míry určuje také použitý řezný materiál. Povlakované slinuté karbidy se staly rozhodujícím řezným materiálem současnosti, ve formě vyměnitelných břitových destiček, které se přibližují vlastnostmi kladeným požadavkům. Různými mechanismy se břitové destičky prostřednictvím kazet nebo přímo, upínají do těles nástrojů. Monolitní nástroje také z SK v povlakované a nepovlakované formě konkurují silně nástrojům z rychlořezných ocelí. [9]

2.1 Slinuté karbidy

Se vyrábějí práškovou metalurgií, kde struktura je tvořena karbidy vysocetavitelných kovů titanu (TiC), wolframu (WC) a pojícím kovem je nejčastěji kobalt (Co). Používají se jako další přísady karbidy tantalu (TaC) a niobu (NbC). Slinuté karbidy zaznamenaly velký rozvoj zejména na konci 50. let minulého století při změně v upevnění VBD z pájené na konstrukci s mechanickým upínáním. [10], [11]



Obr.4 Výroba slinutých karbidů [12]

Vynechaná místa obsahují údaje, které jsou výhradním majetkem firmy
Pramet Tools, s.r.o. a ta si nepřije jejich zveřejnění.

2.2 Povlakování

Zvýšené nároky na kvalitu řezných materiálů klade trvalý tlak na aplikaci intenzivnějších řezných podmínek. Nezbytnou podmínkou je zlepšování jejich užitečných vlastností pro zachování konkurenceschopnosti na trhu. Pouze částečně lze tento problém řešit vývojem v oblasti základních řezných materiálů. Hlavním faktorem je užití otěruvzdorných vrstev, který dnes ovlivňuje další zvyšování životnosti obráběcího nástroje. (Zkušenosti z výroby nutí vývoj, aby se zaměřoval na nové aplikace otěruvzdorných vrstev). [17]

2.2.1 Povlakované slinuté karbidy

Většina výrobců v současné době slinuté karbidy povlakuje. Povlakované slinuté karbidy jsou složeny z termochemicky stabilního povlaku (nitridy, karbidy, oxidy a jejich kombinace) a pevného karbidového podkladu. Výsledkem jsou lepší materiály pro vysoké posuvové a řezné rychlosti, přerušovaný řez a vysoký úběr třísky. Hlavním cílem povlaků je snížit součinitel tření, získání tvrdého povrchu při zachování houževnatého jádra, zamezení vzniku nárůstků, neulpívání třísek na čele a zejména prodloužení životnosti nástroje. Tak získáme vysoce kvalitní nástroje, vysoké posuvové a řezné rychlosti, zajišťující vysoký úběr materiálu i možnost využití pro přerušované řezy. Na trhu se objevily jako první povlaky z TiC a brzy na to byly vyvinuty povlaky typu TiCN a TiN, nejpozději na trh přišly povlaky Al_2O_3 . Ty mají vyšší teplotní odolnost. [10], [11]

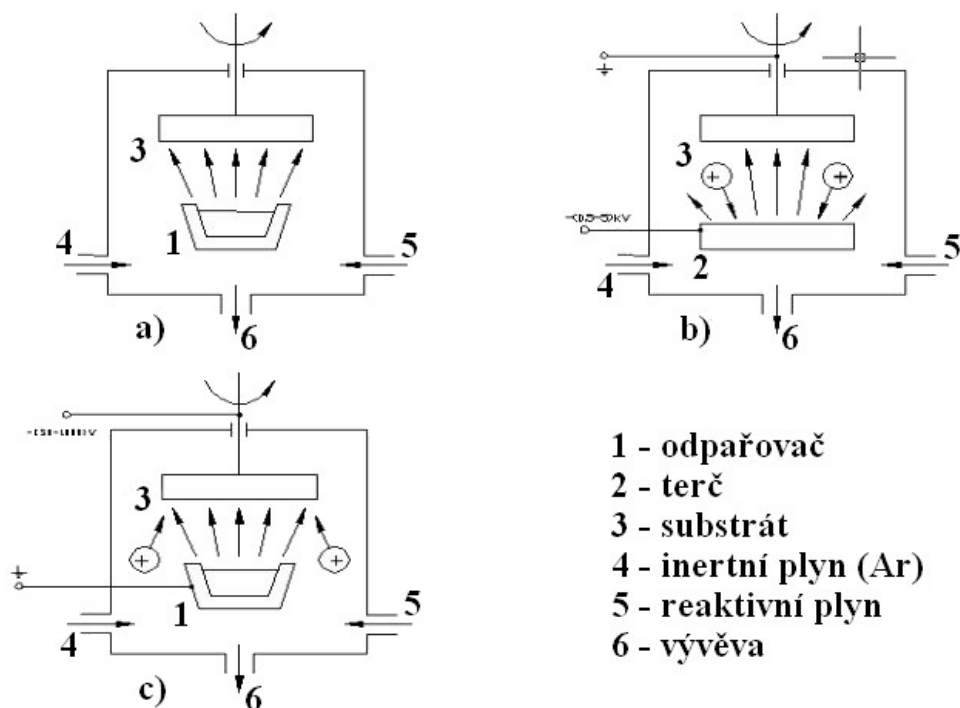
2.2.2 Metody povlakování SK

Vyráběny jsou povlakované slinuté karbidy tak, že na podklad z běžného slinutého karbidu (povlaky jsou již v současné době nanášeny většinou na podkladové SK, speciálně vyrobené k tomuto účelu) se nanáší vrstva tenkého materiálu s vynikající odolností proti opotřebení a vysokou tvrdostí (ve formě tenké vrstvy má povlak vyšší pevnost i tvrdost). Vyplývají tyto výhodné vlastnosti zejména z toho, že neobsahuje povlakový materiál žádné pojivo, má méně strukturních defektů a o jeden i více řádů jemnější zrnitost a brání proti difúznímu opotřebení nástroje. [10], [11]

- **Metoda PVD**

Metoda PVD (Physical Vapour Deposition) je metodou využívající fyzikální napařování, které je charakteristické nízkými pracovními teplotami. Zejména se používá tato metoda pro povlakování nástrojů z rychlořezných ocelí (že nedojde k tepelnému ovlivnění nástroje, zaručuje nízká teplota), dosud se pro povlakování slinutých karbidů využívala méně často, ale dochází v posledním období k poměrně významnému rozvoji metod PVD a rozšiřování jejich aplikací také v oblasti SK. Povlak je vytvářen napařováním, napařováním nebo iontovým plátováním. Ve středním až vysokém vakuu probíhá fyzikální proces povlakování. Čistý kov (obvykle Ti) je při napařování odpařován pomocí elektrického oblouku. [11], [26]

U všech výše uvedených metod PVD patří k nevýhodám složitý vakuový systém a požadavek, aby povlakované předměty byly v pohybu. Aby bylo ukládání povlaku zaručeno rovnoměrné po celém jejich povrchu (souvisí tento požadavek s tzv. stínovým efektem, který způsobuje u dané metody, že na plochách, které neleží ve směru pohybu odpařovaných částic, se povlak vůbec netvoří, případně se vytváří nedokonalá vrstva povlaku). Možnost povlakování ostrých hran (tedy i tzv. ostře provedeného ostří nástroje, s poloměrem zaoblení bříty pod $20\ \mu\text{m}$) lze zařadit mezi výhody. [10], [11]



Obr.22 Povlakování metodou PVD [11]

(a – napařování, b – naprašování, c – iontové plátování)

Vynechaná místa obsahují údaje, které jsou výhradním majetkem firmy
Pramet Tools, s.r.o. a ta si nepřije jejich zveřejnění.

Seznam použitých pramenů

- [1] *Ahoj! Česká republika, Podnikání* [online]. Prosinec 2009 [cit. 26. prosince 2013].
Dostupné na WWW: <<http://www.czech.cz>>.
- [2] *Strojírenství* [online]. [cit. 2. ledna 2014].
Dostupné na WWW: <<http://www.techyes.cz>>.
- [3] HAJDUCH, Ondřej. *Geografický web, Česká republika - Svět - Obecná geografie* [online]. Srpen 2010 [cit. 5. ledna 2014]. Dostupné na WWW:
<<http://www.hajduch.net>>.
- [4] *Konkurenceschopné strojírenství* [online]. [cit. 7. ledna 2014].
Dostupné na WWW: <<http://www.zelenykrh.cz>>.
- [5] AB Sandvik Coromant. *Příručka obrábění – Kniha pro praktiky*. 1. vyd. Praha, 1997.
980 s. ISBN 91-972299-4-6
- [6] Pramet Tools, s.r.o. Šumperk : Pramet Tools, s.r.o. Uničovská 2. *Produktivní obrábění: Představení společnosti*. 2011. 16 s. Dostupné na WWW: <<http://www.pramet.com>>.
- [7] Pramet Tools, s.r.o. Šumperk : Pramet Tools, s.r.o. Uničovská 2. *Productive machining : Corporate brochure*. 2011. 16 s. Dostupné na WWW:
<<http://www.pramet.com>>.
- [8] Pramet Tools, s.r.o. Šumperk : Pramet Tools, s.r.o. Uničovská 2. [online]. 2014
[cit. 24. září 2013]. Dostupné na WWW: <<http://www.pramet.com>>.
- [9] *Slinuté karbidy a cermety – rozhodující řezné materiály současnosti* [online].
[cit. 22. září 2013]. 4 s. Dostupné na WWW: <<http://forme.tym.cz>>.
- [10] ROSSMANN, Miloslav. *Skripta Technologie II 1 díl* [online]. Zlínský kraj : Inovace
oboru Mechatronik, 2011 [cit. 2013-09-22]. Scripta electronica, 122 s. Dostupný
z WWW: <<http://homel.vsb.cz>>.

- [11] BRYCHTA, J.; SADÍLEK, M.; ČEP, R.; PETRŮ, J. *Progresivní metody v obrábění*. Ostrava : VŠB – TU Ostrava, 2011. Studijní opora, 146 s. Dostupné na WWW: <<http://projekty.fs.vsb.cz>>.
- [12] *Výroba slinutých karbidů* [online]. [cit. 4. srpna 2013]. Dostupné na WWW: <<http://ust.fme.vutbr.cz>>.
- [13] MÁDL, Jan; KAFKA, Jindřich; VRABEC, Martin; et al. *Technologie obrábění 3. díl*. Praha : ČVUT, 2000. 81 s. Fakulta strojní. ISBN 80-01-02091-6.
- [14] NĚMEC, Dobroslav. *Strojírenská technologie 3 : Strojní obrábění*. 2.vyd., v SNTL – Nakladatelství technické literatury, n.p. Praha : SNTL, 1982. 318 s.
- [15] ŘASA, J.; GABRIEL, V. *Strojírenská technologie 3 : Metody, stroje a nástroje pro obrábění 1.díl*. 2.vyd., v Scientia, spol. s.r.o., pedagogické nakladatelství. Praha : Scientia, 2005. 256 s. ISBN 80-7183-337-1
- [16] *Dokončovací metody obrábění* [online]. [cit. 27. prosince 2013]. 2 s. Dostupné na WWW: <<http://zav-referaty.ic.cz>>.
- [17] Pramet Tools, s.r.o. Šumperk : Pramet Tools, s.r.o. Uničovská 2. *Prezentace SBU Obrábění – Technologie*. 2011. 65 s.
- [18] VORTEL, Ondřej. *Návody k obsluze - Manuál rektifikace Sinjet IBX 12*. Šumperk : Pramet Tools, s.r.o., 13 s.
- [19] Pramet Tools, s.r.o. Šumperk : Pramet Tools, s.r.o. Uničovská 2. *Porovnání technologií pro zaoblení řezné hrany*. 2013. 10 s.
- [20] Pramet Tools, s.r.o. Šumperk : Pramet Tools, s.r.o. Uničovská 2. *Porovnání technologií pro zaoblení řezné hrany*. 2012. 20 s.
- [21] Pramet Tools, s.r.o. Šumperk : Pramet Tools, s.r.o. Uničovská 2. *Přehled technologií rektifikace VBD*. 2013. 4 s.

- [22] *Missimi-Berney B72 Machine for the precision grind of edges on interchangeables inserts by brushing* [online]. [cit. 17. března 2014]. Dostupné na WWW: <<http://www.missimi-berney.com>>.
- [23] Tikal, F.; Bienemann, R.; Heckmann, L. *Schneidkantenpräparation : Ziele, Verfahren und Messmethoden, Berichte aus Industrie und Forschung*. Unidruckerei der Universität Kassel. Germany, 2009. 193 s. ISBN 978-3-89958-494-3.
- [24] René Gerber AG 2011 *Gerber Maschinenbau - Threading insert edge honing*
- [25] Pramet Tools, s.r.o. Šumperk : Pramet Tools, s.r.o. Uničovská 2. *Comparison of technologies for edge honing*. 2012. 22 s.
- [26] HUMÁR, Anton. *Technologie I : Technologie obrábění – 1. část*. Brno : VUT Brno, 2003. 138 s. Fakulta strojní. Dostupné na WWW: <<http://ust.fme.vutbr.cz>>.
- [27] Pramet Tools, s.r.o. Šumperk : Pramet Tools, s.r.o. Uničovská 2. *Katalog Frézování*. 2014. 340 s. Dostupné na WWW: <<http://www.pramet.com>>.
- [28] Pramet Tools, s.r.o. Šumperk : Pramet Tools, s.r.o. Uničovská 2. *PTC – Teorie obrábění začátečník*. 17 s.
- [29] Pramet Tools, s.r.o. Šumperk : Pramet Tools, s.r.o. Uničovská 2. *Vnitřní předpisy a nařízení Pramet Tools, s.r.o.*
- [30] TICHÁ, Šárka. *Strojírenská metrologie část 1*. Ostrava : VŠB – TU Ostrava, 2004. 112 s. ISBN 80-248-0672-X
- [31] ZAHÁLKA, Petr. *Měření drsnosti povrchu* [online]. [cit. 2014-03-04]. Dostupné na WWW: <www.mitutoyo-czech.cz>.
- [32] BRYCHTA, J.; ČEP, R.; SADÍLEK, M.; PETŘKOVSKÁ, L.; NOVÁKOVÁ, J. *Nové směry v progresivním obrábění*. Ostrava : VŠB – TU Ostrava, 2007. Dostupné na WWW: <<http://www.elearn.vsb.cz>>. ISBN 978-80-248-1505-3.

- [33] *Preciz, s.r.o. A company of the g.claas group* [online]. 2012 [cit. 7. března 2014].
Dostupné na WWW: <<http://www.preciz.cz>>.
- [34] *Kuka Enco Werkzeugbau, s.r.o.* [online]. 2009 [cit. 21. ledna 2014].
Dostupné na WWW: <<http://www.kukaenco.sk>>.
- [35] *Škoda Auto a.s.* [online]. 2014 [cit. 1. února 2014].
Dostupné na WWW: <<http://www.skoda-auto.cz>>.
- [36] *Tecforja* [online]. 2008 [cit. 7. února 2014].
Dostupné na WWW: <<http://www.tecforja.com.br>>.
- [37] *SŠT Střední škola technická Opava – značení ocelí* [online]. 2011 [cit. 7. března 2014]
Dostupné na WWW: <<http://www.sst.opava.cz>>.
- [38] *Powertec Tools* [online]. [cit. 13. února 2014].
Dostupné na WWW: <<http://www.powertectools.com>>.
- [39] *Farmet a.s.* [online]. 2014 [cit. 5. března 2014].
Dostupné na WWW: <<http://www.farmet.cz>>.
- [40] *Základní ocel 1.0060*
- [41] *Tumlikovo Metal Cutting Technologies* [online]. 2010 [cit. 9. března 2014].
Dostupné na WWW: <<http://www.tumlikovo.cz>>.
- [42] *Ferona – Sortimentní katalog* [online]. 2014 [cit. 11. března 2014].
Dostupné na WWW: <<http://www.ferona.cz>>.

Ráda bych poděkovala všem, kteří mi pomohli s přípravou této diplomové práce.

Především děkuji svému vedoucímu doc. Ing. Vladimíru Vrbovi, CSc., za odborné vedení, cenné rady a připomínky.

Nemalý dík patří vedení firmy Pramet Tools, s.r.o. za umožnění provedení experimentů, při využití firemních prostor a zařízení.

Upřímné poděkování rovněž patří Ing. Ondřejovi Vortelovi, procesnímu inženýrovi, za jeho cenné rady, ochotu, vstřícnost, trpělivost, poskytnuté materiály a výborné vedení mé diplomové práce.